

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-111533

⑬ Int. Cl.³
C 22 C 21/10

識別記号 庁内整理番号
6813-4K

⑭ 公開 平成3年(1991)5月13日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 耐応力腐食割れ性に優れた高強度アルミニウム合金

⑯ 特 願 平2-129869

⑰ 出 願 昭61(1986)10月9日

⑱ 特 願 昭61-240865の分割

⑲ 発 明 者 東 健 司 大阪府堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会
社内

⑲ 発 明 者 大 西 忠 一 大阪府堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会
社内

⑲ 発 明 者 佃 市 三 大阪府堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会
社内

⑳ 出 願 人 昭和アルミニウム株式 大阪府堺市海山町6丁224番地
会社

㉑ 代 理 人 弁理士 清水 久義

明 細 書

1. 発明の名称

耐応力腐食割れ性に優れた高強度アルミニ
ウム合金

2. 特許請求の範囲

(1) Zn: 3~12%

Mg: 0.3~1.5%

Cu: 2.0%をこえ3.0%以下

希土類元素のうち1種または2種以上

: 0.5~10%

を含有し、残部Al及び不可避不純物から
なる高強度アルミニウム合金。

(2) Zn: 3~12%

Mg: 0.3~1.5%

Cu: 2.0%をこえ3.0%以下

希土類元素のうち1種または2種以上

: 0.5~10%

を含有し、かつ

Mn: 0.1~1.0%

Cr: 0.05~0.3%

Zr: 0.05~0.25%

のうちの1種または2種以上を含有し、残
部Al及び不可避不純物からなる高強度ア
ルミニウム合金。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明はアルミニウム合金、特に押出材、
圧延材、あるいは鍛造材として、各種機械部品、
構造材等に使用されるAl-Zn-Mg-Cu
系の高強度で成形性に優れしかも耐応力腐食割
れ性が改善されたアルミニウム合金に関する。

この明細書において、合金成分について用い
られる「%」はいずれも重量基準によるものと
する。

従来の技術と問題点

7000系の合金、即ちAl-Zn-Mg系
の合金のうちでも、比較的高強度を有しつつ、押
出成形が可能な構造用合金の代表的なものとし
て7003合金がよく知られている。また70
00系合金を含む各種のアルミニウム合金のな

かでも最高の強度を有しつゝ、圧延が可能である合金の代表的なものとして7075合金がよく知られている。しかしながら、上記7003合金であっても必ずしも充分に満足すべき優れた押出し性が得られるものではなかったし、7075合金も必ずしも満足すべき圧延適性に優れたものとはいえないであった。

まして、近時各種構造材の用途においても、益々薄肉軽量化の要請に強いものがあり、合金強度の増大をはかることが強く要請されている。このような事情下にあつて、押出し性とか圧延性その他のとくに熱間成形性を良好に保持しながら、更なる強度の増大をはかる目的において、従来技術ではZnの含有量を増大し、あるいは更にMgの含有量を増大する試みがなされている。ところが、Znの含有量を増大すると、これに伴って合金の応力腐食割れに対する感受性が高いものとなり、構造材等の用途において実用に耐え得ないものになってしまう傾向が見られる。またMgの含有量を増大すると、成形性

の低下、とくに圧延性、押出性等の熱間成形性、あるいは更に冷間成形性の低下を招き、生産性に劣るものとなる傾向を生ずる。まして、7075合金の場合、それ自体応力腐食割れ感受性が強いために、従来では該合金本来の最高強度が得られる条件の熱処理であるT₆処理よりも更に高い温度および長い時間の焼戻しを行つて組織を安定化させたT₇材相当の調質状態で実用化されているのが実情である。このため最高強度が得られるT₆材に較べると、強度を10～20%犠牲にせざるを得ないというような問題点があつた。

上記のような事情から、従来技術では、強度と耐応力腐食割れ性の両面に充分な満足が得られ、しかも押出し性とか圧延性等の成形性にも優れているようなアルミニウム合金を得ることは甚だ困難であつた。

上記のような従来技術の背景にもとづき、この発明は、7000系のAl-Zn-Mg-Cu系合金を基礎としてそれが本来的に有する有

益な諸性質を具備しながら、成形性及び耐応力腐食割れ性に改善されたアルミニウム合金を提供することを目的とする。

問題点を解決する為の手段

この発明者らは、上記の目的のもとに、種々の実験と研究を重ねたところ、従来から高強度の展伸材として広く用いられているAl-Zn-Mg-Cu系合金をベースにして、そのMg含有量を比較的強く抑え、Cuの含有量を増大し、希土類元素を添加することにより、上記合金に固有の優れた機械的性質を保持させながら、合金の製造に際しての押出し性はもとより、板材を得るための熱間での圧延性、更には冷間での加工性を改善しうることに加えて、更にAl-Zn-Mg-Cu系合金の一般的な欠点である低い耐応力腐食割れ性を顕著に改善しうることを見出し得た。

而して、この発明は、上記のような知見から完成し得たものであつて、その1つの発明合金は、必須元素としてZnを3～12%、Mgを

0.3～1.5%、Cuを2.0%をこえ3.0%以下の範囲で含有するほかに、更に主要な必須元素として、例えばY、La、Ce、Pr、Nd、Sm等の希土類元素の群中から選ばれた1種または2種以上を総量で0.5～1.0%の範囲で含有し、残りが実質的にAlと不可避不純物とからなるアルミニウム合金である。

この発明に係る他のもう1つの合金は、上記組成に加えて、更にMn:0.1～1.0%、Cr:0.05～0.3%、Zr:0.05～0.25%のうちの1種または2種以上が含有されたものである。

この発明による上記の合金は、Zn、Mg及びCuの含有によって、Al-Zn-Mg-Cu系合金のもつ固有の優れた機械的性質をそのまま保持しながら、希土類元素の含有によって、加工性、とくに熱間加工性を向上すると共に、応力腐食割れ感受性を著しく低下し、負荷応力のかゝる実用条件下においても優れた耐久性を発揮するものである。また、Mn、Cr、Zr

の少なくとも1種以上の添加は、合金の熱間加工時に該合金中の結晶粒を微細化し、一段と組織を安定なものとするのに有効なものである。

次に、上記アルミニウム合金の各化学成分の意義とその含有範囲の限定理由を説明すれば次のとおりである。

Znは、周知のとおりアルミニウム合金の強度の向上に寄与するものである。Znの含有量が3%未満では該合金に所要の高い強度を得ることができない。しかし12%をこえて多量に含有しても比例的に更に強度が向上するというものではなく、それ以上の含有は実質的に無意味である。従って、Znの有効な含有量は3～12%の範囲であるが、特に高強度を得たいという要請のもとに於ては、Znを比較的多量に、即ち7.0～10.0%の領域範囲に添加含有せしめるものとするのが有効である。

Mgは、これもアルミニウム合金の強度の向上に寄与する。従って、7000系合金に相当する所要の高強度を得るためには、少なくとも

も個々に単独の元素として用いる必要はなく、希土類金属の混合塩化物を電解して得られるミッシュメタルを用いても良い。入手のし易さから工業的にはY、La、Ce、Pr、Nd、Smのグループから選ばれた1種または2種以上を組合わせて用いるのが好適である。この希土類に属する元素は、本発明のアルミニウム合金中に含有して主に合金の成形加工性を改善し、かつ耐応力腐食割れ性を改善する効果を有する。この効果の点から、本発明においては上記の群中の希土類元素のすべてを相互に実質的に均等物として評価しうるものである。従って、その1種または2種以上を任意に組合わせて用いるが、合金中における含有量が総量で0.5%未満では成形加工性及び耐応力腐食割れ性の改善効果に不十分であり、反面、10%を越えて含有しても耐応力腐食割れ性はあまり向上せず、むしろ合金中に粗大な晶出物が多く発生し、強度の低下を招くおそれが増大する。従って、希土類元素の許容含有量は0.5～10%の範囲

0.3%以上を含有せしめることが必要である。しかしながら、Mgはその含有量が増えるにしたがって合金の延性が低下し、加工性が低下する。加工性のある程度犠牲にしても可及的高強度を得たいという要請のもとではMg含有量は5.0%程度まで含有せしめることが可能であるが、この発明においては、所期する可及的良好な押出性、圧延性、その他の加工性を得る目的のもとにおいて、Mg含有量は1.5%以下を限度とする。即ち、1.5%をこえてMgを含有せしめるときは、延性の低下により、圧延性、押出性その他の加工性の点においてこの発明が所期するところの充分に満足すべき結果を得ることができない。

この発明の最も重要な要素とする希土類元素は、原子番号57から71までの15元素、すなわちLa、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、およびこれらにY、Scを加えた17元素の群からなる。これらの元素は必ずし

に規定されるが、一般的に望まれるような高い耐応力腐食割れ性を付与するためには、コストとの関係も考慮して、上記の範囲中でも比較的高い含有率を選んで、好ましくは2.0～7.0%の範囲に含有せしめることにより、更に最も好ましくは4.0～6.0%の範囲に含有せしめることにより、大きな満足を得ることができる。

希土類元素の含有は、耐応力腐食割れ性の増大効果に加えて、上記のように合金中の結晶組織を微細かつ安定なものとして、結果的に押出し、圧延等の成形加工性を向上する点でも顕著な効果をあらわす。したがって、従来技術では、組成上高強度を予測し得ても押出し加工とか圧延加工が甚だ困難であったような合金でも、この発明の適用により支障なく能率的に工業生産が可能となる。例えば強化元素であるZnを7.0%をこえて多量に含むような高強度の合金をも支障なく容易に製造することができる。

Caは、これも既知のとおり強度の向上に寄

与するものであるが、この発明においては、Mgの含有量を比較的低く抑えて加工性を良好に保ちながら特に高強度を得る目的においてCuの含有量を2.0%をこえる範囲に限定するものである。しかしながら、3.0%をこえて含有しても強度の向上効果に較べて、溶接凝固割れ感受性を高め、溶接性が悪くなると共に、耐食性、焼入れ性も低下してくる弊害に強くなるため、この発明においてCuの含有量は3.0%を上限として規定するものである。

この発明においてその他の添加元素であるMn、Cr、Zrは、いずれも熱間加工時の結晶粒の微細化に役立つものであり、Mn:0.1未満、Cr:0.05%未満、Zr:0.05%未満では上記効果に乏しく、Mn:1.0%超過、Cr:0.3%超過、Zr:0.25%超過の場合には、合金中に粗大な晶出物を生じて合金の強度を低下する。また鑄造時の結晶粒の微細化、鑄造割れの発生防止のために従来から必要に応じて一般的に添加されることのある

Tiは、本発明においても微量の添加が許容されるが、その含有量は0.1%をこえると合金中に粗大な晶出物を生じ強度を低下するためそれ以下の範囲とすべきである。

発明の効果

この発明に係るアルミニウム合金は、後掲の実施例から理解されるように、Al-Zn-Mg-Cu系の合金であって、従来の高強度合金として知られる7N01合金、7075合金にも匹敵しあるいはそれらのを超える高強度を保有するものでありながら、従来合金に較べて押出性、圧延性等の加工性に優れ、しかも顕著に耐応力腐食割れ性に優れたものである。従って、押出材、圧延材、鍛造材等の展伸材として使用される各種の用途において、従来合金より一段とその成形加工性を向上しながら薄肉軽量化をおしすすめることが可能となる。殊に、従来の7075合金に対し、Mgの含有量において相対的に少なく、Cuの含有量において多いものとなされていること、そして更に希土類元素の

含有によって耐応力腐食割れ性の改善がはかられていることにより、最高強度を帯有させうるT₆の熱処理材として実用に供することが可能となる。加えて、押出し性、圧延性等の加工性の向上により従来合金より一段と生産性を上げることができる利点もある。

実施例

実施例 1

下記の第1表に示されるNo.1~11までの各種組成のアルミニウム合金を、水冷金型を用いて直径3インチのビレットに鑄造した。次に、このビレットに対し、460℃で12時間の均質化処理を施したのち、押出し機のコテナに装填し、温度450℃にて断面の大きさが3mm×30mmの平たい棒状物に押出し加工を行った。

(以下余白)

表 1

No.	化 学 組 成 (wt.%)												
	Al	Zn	Mg	Cu	Mn	Cr	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm
1	8.5	8.5	0.5	2.5	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-
2	8.5	4.5	1.2	2.1	-	-	-	5.6	-	-	-	-	-
3	8.5	10.5	0.8	2.1	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-
4	8.5	8.5	1.4	2.8	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-
5	8.5	7.9	1.2	2.5	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-
6	8.5	8.5	1.3	2.3	0.4	-	-	-	-	-	2.1	-	-
7	8.5	8.5	1.3	2.3	-	0.1	-	-	-	-	-	5.9	-
8	8.5	8.5	1.3	2.3	-	-	0.13	-	-	-	-	-	6.2
9	8.5	8.5	1.3	2.3	0.4	0.1	-	4.5	1.2	2.4	-	-	-
10	8.5	8.5	0.5	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	8.5	8.5	1.4	2.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4.7	1.6	1.6	-	0.4	-	0.15	-	-	-	-	-	-
13	5.6	2.3	2.3	1.6	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-

本 発 明 合 金 比 較 合 金

第 2 表

そして、上記の押出し加工時の限界押出し速度をもって、各合金の押出性の良否を評価した。また、上記の各押出材を、温度460℃で2時間加熱して溶体化処理した後、水冷して焼入れし、更に120℃で24時間の人工時効処理を施してT₆材に製作した。これによって得た各T₆材を試料として、それらの耐応力腐食割れ性及び機械的性質の1つとして引張り強さを調べた。それらの結果を第2表に示す。

なお、第2表中の合金番号は、第1表の合金番号と同じものが用いられている。押出し性の評価として示されている数値は、代表的な押出し合金として知られているA6063アルミニウム合金と較べて、該6063合金の限界押出し速度を100とした場合の相対評価値をあらわしている。また、耐応力腐食割れ性の試験結果は、3.5% NaCl水溶液中にて、該試験片の圧延又は押出し方向に20kgf/cm²の応力を負荷し、割れが発生するまでの日数を測定して示したものである。

No.	性 能 評 価			
	押 出 性	応力腐食割れ寿命 (日)	引 張 り 強 さ (kgf / mm ²)	
本 発 明 合 金	1	8 0	3 0 日以上	3 6
	2	7 0	"	4 1
	3	7 5	"	3 8
	4	6 0	"	4 7
	5	7 0	"	4 6
	6	6 0	"	4 6
	7	6 0	"	4 6
	8	6 0	"	4 6
	9	6 0	"	4 6
比 較 合 金	10	8 0	0 . 7 日	3 6
	11	6 0	0 . 7 日	4 7

上記第2表の結果に見られるように、本発明に係る合金は、Znを高率に含有し、Mgの含有量を比較的低く押え、Cuの含有量を増大したアルミニウム合金の範囲にあって、その固有の性質としての高強度を保有したものでありながら、希土類元素を含有しない比較合金に較べて一段と優れた押出性を有しつつ、耐応力腐食割れ性において顕著に優れた性質を有するものであることがわかる。

実施例 2

前掲第1表に示す合金No. 1～9、及びNo. 11～13の12種類の合金につき、それらを水冷金型で厚さ50mm、幅150mmの大きさに鋳造した。次いでこれを450℃にて3mmの厚さになるまで熱間圧延した。

そして、この厚さ50mmから3mmまでの熱間圧延の所要パス回数で圧延性を評価し、第3表にその結果を示した。同表中の合金番号は第1表の番号に対応する。

また、上記によって得られた各圧延板につき、

実施例1の場合と同じく熱処理を施してT₆材としたのち、これらを供試材として前記実施例1の場合と同様にして応力腐食割れ寿命及び引張り強さを調べた。

その結果を第3表に示す。

(以下余白)

特開平3-111533 (6)

第 3 表

合金 No.	性 能 評 価			
	圧 延 性	応力腐食割れ 寿命 (日)	引張り強さ (kgf/mm^2)	
本 発 明 合 金	1	3	30日以上	35
	2	4	"	40
	3	5	"	36
	4	6	"	46
	5	4	"	45
	6	6	"	44
	7	6	"	45
	8	6	"	44
	9	6	"	44
比 較 合 金	11	6	0.5日	46
	12	7	0.7日	37
	13	8	0.7日	52

第3表に示される結果から容易に理解されるように、この発明に従うアルミニウム合金は、圧延材に製造した場合にあっても、比較合金と同等ないしそれ以上の高強度を有しつゝ、耐応力腐食割れ性に優れたものであり、しかも圧延性に一段と優れたものであった。

以上

特許出願人 昭和アルミニウム株式会社

代理人 弁理士 清水久義

